

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Robert Frost et al.

Serial No.: Not Yet Assigned

Filed: August 30, 2001

Title: A PROCESS FOR STERILIZING OBJECTS

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 100 42 416 .3, filed in Germany on August 30, 2000, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

August 30, 2001

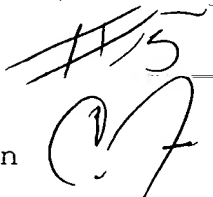
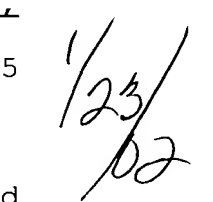


Donald D. Evenson
Registration No. 26,160

DDE:tvvg

CROWELL & MORING, L.L.P.
1200 G Street, N.W., Suite 700
Washington, DC 20005
Telephone No.: (202) 628-8800
Facsimile No.: (202) 628-8844



BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung



Aktenzeichen: 100 42 416.3

Anmeldetag: 30. August 2000

Anmelder/Inhaber: Rüdiger Haaga GmbH,
Oberndorf am Neckar/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Sterilisieren von Gegenständen

IPC: A 61 L 2/07

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. April 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Joost

Anmelder:

Rüdiger Haaga GmbH
Sonnenhalde 23
78727 Altoberndorf

Stuttgart, den 29.08.2000
P 13806 U

Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Sterilisieren von Gegenständen werden deren Oberflächen durch Kondensieren eines Dampfgemisches aus Wasser und Wasserstoffperoxid benetzt. Das Dampfgemisch gelangt dabei ohne zusätzlichen Transportgasstrom zu den zu sterilisierenden Gegenständen. Das anschließende Trocknen geschieht durch Evakuieren auf einen Druck unterhalb der Siedepunkte von Wasser und Wasserstoffperoxid.

Anmelder:

Rüdiger Haaga GmbH
Sonnenhalde 23
78727 Altoberndorf

Stuttgart, den 29.08.2000
P 13806 U

Verfahren zum Sterilisieren von Gegenständen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Sterilisieren von Gegenständen an deren Oberflächen, welche durch Kondensieren eines Wasserdampf und Wasserstoffperoxiddampf enthaltenden Dampfgemisches benetzt werden, wobei das Kondensat anschließend von den Oberflächen durch Trocknen entfernt wird.

Beim Sterilisieren unter Verwendung von Wasserstoffperoxid, das immer in wässriger Lösung vorliegt, erfolgt die eigentliche Keimabtötung rein chemisch, durch die Einwirkung „aktivierten“ Wasserstoffperoxids. Der hierbei gebrauchte Begriff „Aktivieren“ ist undefiniert, doch findet durch geeignete Wärmezufuhr am Wasserstoffperoxid eine chemische und/oder physikalische Veränderung statt, die letztlich die Keimabtötung bewirkt. Im kalten Zustand, nämlich bei Raumtemperatur oder leicht darüber, hat Wasserstoffperoxid praktisch keine technisch
•erwertbare keimabtötende Wirkung.

Für das „Aktivieren“ von Wasserstoffperoxid zum Zwecke des Sterilisierens sind in der Praxis unterschiedliche Verfahrensweisen bekannt geworden.

Bei einem Verfahren, von dem die Erfindung im Oberbegriff ausgeht (EP 0 243 003 B1), wird eine aus Wasser und Wasserstoffperoxid bestehende Lösung verdampft und anschließend mittels eines heißen Transportluftstromes den durch Kondensieren des Dampfgemisches zu benetzenden kühleren Oberflächen, die unter Atmosphärendruck stehen, zugeführt. Das anschließende Trocknen findet durch einen gesonderten Heißluftstrom statt.

Beim bekannten Verfahren findet das „Aktivieren“ des Wasserstoffperoxids genau dann statt, wenn es zum Sterilisieren gebraucht wird, also bei der Kondensation. Wegen des Transportluftstromes ist jedoch die Konzentration des Wasserstoffperoxids in unerwünschter Weise verringert. Zudem ist nicht sichergestellt, dass der zugeführte Transportluftstrom überhaupt alle zu sterilisierenden Oberflächen erreicht. Schließlich ist der abschließende Trocknungsprozess wegen der erneuten Zufuhr von Heißluft zeitaufwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Sterilisationswirkung zu verbessern und die Sterilisationszeit zu verkürzen.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das Benetzen durch Kondensieren des Dampfgemisches ohne zusätzlichen Transportgasstrom und das Trocknen durch Evakuieren auf einen Druck unterhalb der Siedepunkte von Wasser und Wasserstoffperoxid durchgeführt wird.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt das „Aktivieren“ des Wasserstoffperoxids wie beim Stand der Technik genau dann, wenn es zum Sterilisieren gebraucht wird, also bei der Kondensation. Da aber das Dampfgemisch ohne zusätzlichen Transportgasstrom zu den zu sterilisierenden Gegenständen gelangt, ist die Konzentration von Wasserstoffperoxid während der eigentlichen Sterilisation in entscheidendem Maße höher. Das Entfernen der Wasserstoffperoxid-Reste wird zudem nicht durch nachträgliches Erhitzen durchgeführt, sondern durch bloßes Evakuieren auf einen Druck unterhalb der Siedepunkte von Wasser und Wasserstoffperoxid, was in Sekundenschnelle möglich ist und sämtliche Wasserstoffperoxid-Rückstände sicher entfernt.

Das für das Sterilisieren zunächst erforderliche Dampfgemisch aus Wasserdampf und Wasserstoffperoxid-Dampf wird in einem Verdampfer bzw. Vergaser erzeugt, dessen Ausgestaltung für die vorliegende Erfindung an sich beliebig ist, sofern er in der Lage ist, eine genügend hohe Konzentration von Wasserstoffperoxid-Dampf im Dampfgemisch zu erzeugen. Das eigentliche „Aktivieren“ des im Dampfgemisch enthaltenen Wasserstoffperoxids geschieht dann beim Kondensieren auf den zu sterilisierenden Oberflächen. Dadurch wird das Dampfgemisch veranlasst, die Oberflächen mit einem möglichst dünnen homogenen Flüssigkeitsfilm zu benetzen. Hierfür reicht bereits ein mikroskopisch dünner, mit dem bloßen Auge nahezu nicht sichtbarer Kondensatbelag aus, um eine ausreichende Sterilisationswirkung in kürzester Zeit zu erzielen. Auf Grund der geringen Schichtdicke kommt es beim anschließenden Trocknen durch Evakuieren auch nicht zu den ansonsten gefürchteten Vereisungserscheinungen.

Die in die zum Sterilisieren vorgesehene Behandlungskammer einzubringende Dampfgemischmenge richtet sich nach der dargebotenen Kondensations-Gesamtfläche. Das Volumen der Sterilisationskammer selbst ist dabei von untergeordneter Bedeutung, da ja lediglich an den Oberflächen eine Kondensation auftritt.

Die Anmelderin vermutet, dass im Zusammenhang mit dem „Aktivieren“ des Wasserstoffperoxids der nachfolgende Umstand eine wesentliche Bedeutung haben könnte:

Der Siedepunkt von Wasserstoffperoxid liegt höher als der von Wasser. Das bedeutet, dass bei der Abkühlung zunächst der Wasserstoffperoxid-Dampf kondensiert und darauffolgend erst der Wasserdampf. Es wird also vermutet, dass zunächst eine weitgehend reine Kondensatschicht aus flüssigem Wasserstoffperoxid entsteht und auf dieser aufliegend eine Wasserschicht. Dies führt speziell an den zu sterilisierenden Oberflächen momentan, genau zum richtigen Zeitpunkt, offenbar zu einer zusätzlichen Konzentrationserhöhung des Wasserstoffperoxids im Gemisch.

Durch Versuche ist festgestellt worden, dass vorteilhaft ein Dampfgemisch mit wenigstens 25 % Wasserstoffperoxid-Anteil erzeugt und anschließend mit den zu sterilisierenden Oberflächen in Berührung gebracht werden sollte. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die für die Keimabtötung benötigte Zeitdauer mit der Höhe der Konzentration des Wasserstoffperoxids im Kondensat abnimmt. Vorzugsweise sollte die für das Verdampfen bzw. Vergasen verwendete wässrige Lösung einen Anteil von vorzugsweise 35% bis 60 % Wasserstoffperoxid enthalten. Dabei ist es aus Gründen der Prozesssicherheit erforderlich, eine fest abgemessene Menge Wasserstoffperoxid-Lösung in den Verdampfer bzw. Vergaser einzubringen, wobei diese Menge vollständig verdampft wird, so dass die Wasserstoffperoxid-Konzentration im Dampfgemisch gleich der Konzentration der eingebrachten wässrigen Lösung ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann, je nach Anwendungsfall oder Art der zu sterilisierenden Gegenstände, auf sehr unterschiedliche Weise durchgeführt werden.

Bei einem Verfahren beispielsweise wird das Dampfgemisch in einem Verdampfer erzeugt, der zugleich als Sterilisationskammer dient, durch welche die zu benetzenden Gegenstände hindurchgeführt werden. Dieses Verfahren ist insbesondere für das Sterilisieren von Bahnmaterial zweckmäßig, aus welchem beispielsweise anschließend Kunststoffbehälter tiefgezogen werden. Während des Durchlaufens des Bahnmaterials durch den Verdampfer kann sich Kondensat auf dem kälteren Bahnmaterial abscheiden und den Sterilisierungseffekt bewirken. Das Kondensat

kann dann in einer anschließenden Trocknungskammer durch Vakuumpumpen wieder abgezogen werden. Bei diesem Verfahren ist der Druck des Verdampfers gleich dem Druck der Sterilisationskammer, die ja ein Teil des Verdampfers ist. Dadurch ist zugleich sichergestellt, dass das Dampfgemisch alle zu sterilisierenden Oberflächen erreicht.

Bei einem anderen Verfahren ist vorgesehen, dass das Dampfgemisch in einem Verdampfer erzeugt und anschließend zum Benetzen der Gegenstände durch Kondensieren in eine gesonderte Sterilisationskammer geleitet wird, deren Kammerdruck deutlich unter dem Dampfdruck des Dampfgemisches liegt. Dieses letztgenannte Verfahren ist somit ein Unterdruck- oder Vakuumverfahren, wodurch garantiert ist, dass alle zu sterilisierenden Oberflächen vom Dampfgemisch sicher erreicht werden.

Der in Frage kommende Druckbereich wird durch folgende Überlegung bestimmt: Die Temperatur, bei welcher Wasserstoffperoxid beginnt, sich thermisch zu zersetzen, beträgt 140°C . Diese Temperatur sollte beim Verdampfen also nicht erheblich überschritten werden. Wegen des niedriger liegenden Siedepunktes von Wasser liegt der Dampfdruck höher konzentrierter Lösungen bei gleicher Temperatur deutlich unter dem Dampfdruck von Wasser. Bei der zu bevorzugenden 50 %igen Lösung beträgt der Dampfdruck bei 120°C beispielsweise etwa 1100 mb. Damit das Dampfgemisch aus Wasserstoffperoxid-Dampf und Wasserdampf möglichst vollständig und ohne erhebliche Verdünnung durch die in der Sterilisationskammer verbliebene Restluft strömen kann, muss der Kammerdruck weit unter dem genannten Dampfdruck liegen, insbesondere dann, wenn das Volumen der Sterilisationskammer deutlich größer ist als das zur Verfügung stehende Volumen des Dampfgemisches im Verdampfer. Damit die Kondensation in der Sterilisationskammer möglich wird, muss der Kammerdruck durch das Einstömen des Dampfgemisches wesentlich ansteigen können. Der Kammerdruck vor dem Einstömen des Dampfgemisches sollte etwa zwischen 5 und 0,1 mb liegen, beispielsweise bei etwa 1 mb, wenn das Kammervolumen z.B. das 40-fache des Verdampfervolumens beträgt. Ist das Verhältnis zwischen Kammervolumen und Verdampfervolumen kleiner, kann der Kammerdruck vor dem Einstömen entsprechend höher sein.

Es sei hier erwähnt, dass durch die höhere Temperatur bei gleichzeitig sehr hoher Konzentration des aus dem Verdampfer strömenden Dampfgemisches als Nebeneffekt gleichzeitig auch eine geheizte Zuleitung zur Sterilisationskammer mit hohen Abtötungsraten mitsterilisiert wird, selbst ohne Kondensation. Dies ist für vollaseptische Anwendungen von großer Bedeutung.

Das Einbringen des Dampfgemisches ohne zusätzlichen Transportgasstrom in die Sterilisationskammer kann auf zweierlei Arten erfolgen, entweder durch adiabatische Expansion oder durch so genannte kontinuierliche Übersättigung. Allerdings ist der Übergang zwischen adiabatischer Expansion und kontinuierlicher Übersättigung weitgehend fließend, wenn man etwa periodisch adiabatisch expandiert und die Pause zwischen zwei Expansionen gegen Null geht.

Bei der adiabatischen Expansion strömt eine bestimmte Menge des Dampfgemisches aus dem Verdampfer bzw. Vergaser schlagartig in die Sterilisationskammer. Wegen der Schnelligkeit des Vorganges kann sich die im Dampfgemisch enthaltene Gesamtenergie nicht ändern, sie muss konstant bleiben, so dass eine adiabatische Zustandsänderung vorliegt. Jedoch vergrößert sich während der adiabatischen Expansion das vom Dampfgemisch eingenommene Volumen stark, da das Dampfgemisch nun neben dem Verdampfervolumen auch das Volumen der Sterilisationskammer ausfüllen muss. Hierdurch wird die Temperatur drastisch reduziert und somit der Taupunkt weit unterschritten, wodurch ein extrem übersättigtes Dampfgemisch entsteht, so dass nahezu die gesamte im Dampfgemisch enthaltene Masse in kürzester Zeit an allen dem Dampfgemisch ausgesetzten Oberflächen kondensiert.

Damit die schlagartige Expansion erzielt werden kann, muss der Kammerdruck sehr viel kleiner sein als der Druck im Verdampfer. Beispielsweise führt die Expansion eines Dampfgemisches von 90 ° C auf das doppelte Volumen zu einer Temperatur von etwa 10 ° C, die Expansion auf das 10fache Volumen zu einer Temperatur von etwa -110 ° C. Der Vorteil der adiabatischen Expansion liegt vor allem in der äußerst kurzen Zeit, die zum Erzeugen eines Kondensatbelags benötigt wird. Man wird sie daher bei solchen Anwendungen bevorzugen, wo es auf eine besonders kurze Sterilisationszeit ankommt, beispielsweise bei der Sterilisation von PET-Flaschen.

Bei der anderen Variante, wonach das Dampfgemisch auf Grund kontinuierlicher Übersättigung aus dem Verdampfer in die Sterilisationskammer strömt, gelangt das Dampfgemisch ebenfalls auf Grund des angelegten Druckgefälles aus dem Verdampfer in die Sterilisationskammer, wobei der Vorgang jedoch länger andauert. Es wird über eine gewisse Zeitspanne hinweg kontinuierlich wässrige Lösung verdampft, wodurch ein Überdruck im Verdampfer erhalten bleibt und deshalb kontinuierlich ein Dampfgemisch in die Sterilisationskammer nachgeführt werden kann. Da die Temperatur und somit auch der Druck im Verdampfer höher ist, expandiert das Dampfgemisch in der Sterilisationskammer, was wiederum zu einer Abkühlung führt. Zusätzlich hierzu wird jedoch der Druck in der Sterilisationskammer durch das stetig nachströmende Dampfgemisch erhöht. Sowohl Abkühlung als auch Druckerhöhung führen zu einer Übersättigung des sich in der

Sterilisationskammer akkumulierenden Dampfgemisches, da beide Vorgänge den Zustand des Dampfgemisches jeweils unter den Taupunkt drücken. Solange Dampfgemisch zugeführt wird, entsteht Kondensat auf allen zugänglichen Oberflächen.

Bei dieser kontinuierlichen Übersättigung lässt sich mit relativ kleinen Verdampfervolumina eine sehr große Kondensatmenge erzeugen und abscheiden, wobei der Vorgang jedoch eine entsprechend längere Zeit beansprucht. Hierbei braucht der Kammerdruck der Sterilisationskammer nur unwesentlich unter dem Druck des Verdampfers zu liegen, gerade so viel, dass die benötigte Menge an Dampfgemisch einströmen kann. Im Verdampfer muss somit eine so hohe Temperatur herrschen, dass dort der Dampfdruck den Kammerdruck stets übersteigt. Die kontinuierliche Übersättigung eignet sich daher für solche Anwendungen, bei der die Sterilisationszeit nicht unbedingt im Vordergrund steht. Die letztgenannte Methode bietet aber zusätzlich den Vorteil der wesentlich höheren Temperatur des Dampfgemisches, welche ja nicht durch schlagartige extreme Expansion stark erniedrigt wird, sowie die Möglichkeit, auf relativ warmen Oberflächen Kondensieren zu können.

Insbesondere beim Sterilisieren größerer und komplizierterer Oberflächen kann es vorteilhaft sein, wenn das Benetzen durch Kondensieren sowie das anschließende Trocknen des Kondensats wenigstens einmal wiederholt wird. Mehrfach wiederholte Zyklen, bestehend aus Aufkondensieren mit jeweils nachfolgendem Abpumpen des Kondensatbelages, ergeben in diesen Fällen, bei gleich langer Gesamtbehandlungsdauer, unter Umständen ein besseres Ergebnis als einmalige Kondensation mit entsprechend längerer Einwirkdauer. Gegebenenfalls liefert auch ein mehrfaches Aufkondensieren ohne zwischenzeitliches Abpumpen des Kondensatbelages bereits verbesserte Ergebnisse.

Zwar ist das Wiederholen eines aus Kondensation und Evakuieren bestehenden Zyklus bei einem nicht gattungsgemäßen Sterilisationsverfahren (DE 198 18 224 A1) grundsätzlich bekannt, jedoch handelt es sich beim bekannten Verfahren nicht um ein chemisches Sterilisieren mittels Wasserstoffperoxid, sondern um ein rein thermisches Sterilisationsverfahren mittels Wasserdampf bei wenigstens 120°C.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einiger schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele.

Es zeigen:

Figur 1 eine Anlage zum Durchführen eines Verfahrens, bei welcher das Dampfgemisch in einem Verdampfer erzeugt und anschließend in eine gesonderte Sterilisationskammer geleitet wird,

Figur 2 eine Anlage zum Durchführen eines Verfahrens, bei welcher der Verdampfer zugleich die Sterilisationskammer ist.

Bei der Anlage nach Figur 1 wird zunächst ein Dampfgemisch aus Wasserdampf und Wasserstoffperoxid-Dampf erzeugt, wobei es im Grund unerheblich ist, ob es sich beim jeweiligen Dampf um Nassdampf oder Heißdampf handelt. Der Verdampfer bzw. Vergaser, dessen Bauart im Grunde beliebig ist, ist mit der Bezugsziffer 1 versehen. Dem Verdampfer 1 wird über eine Zuleitung 2 und ein Ventil 3 unter Druck eine wässrige Lösung aus Wasserstoffperoxid und Wasser mit der erwünschten Konzentration in Richtung A zugeführt.

Dem Verdampfer 1 ist eine Sterilisationskammer 6 nachgeordnet, in welcher sich auf einer geeigneten Auflage 9 abgestellte Gegenstände 7, 8 befinden, deren Oberflächen sterilisiert werden sollen. Im Falle zu sterilisierender Behälter können diese selbst gegebenenfalls sogar die Sterilisationskammer sein.

Zunächst wird die Sterilisationskammer 6 evakuiert, und zwar durch eine geeignete Vakuumpumpe 10. Anschließend wird die Sterilisationskammer 6 durch Schließen eines Ventils 11 von der Vakuumpumpe 10 isoliert, so dass nicht mehr gesaugt wird.

Durch Öffnen eines Ventils 5 wird nun dafür Sorge getragen, dass das im Verdampfer 1 befindliche Dampfgemisch über die Leitung 4 in die Sterilisationskammer 6 gelangt, sei es durch adiabatische Expansion oder kontinuierliche Übersättigung. Der Druck im Verdampfer 1 muss demzufolge höher sein als der Druck in der Sterilisationskammer 6. Während der Expansion vergrößert sich das vom Dampfgemisch eingenommene Volumen, wodurch das Dampfgemisch deutlich unter den Taupunkt abkühlt und an allen ihm zugänglichen Oberflächen der Gegenstände 7 und 8 sowie der Auflage 9 und der Innenflächen der Sterilisationskammer 6 kondensiert. Dabei steigt der Druck in der Sterilisationskammer 6 wieder an. Nach wenigen Sekunden wird mit Hilfe der Vakuumpumpe 10 das Kondensat abgezogen und die Sterilisationskammer 6 über eine Zuleitung 12 und ein Ventil 13 mit sterilem Spülgas belüftet. Die Kontaktzeit des Kondensats mit den zu sterilisierenden Oberflächen kann, abhängig von den Randbedingungen, unter drei Sekunden liegen.

Bei der Anlage nach Figur 2 wird in Transportrichtungen B, C Bahnmaterial 16 durch einen Verdampfer 14 und eine nachgeordnete Trocknungskammer 15 transportiert. Beim Bahnmaterial 16 kann es sich beispielsweise um Kunststoffbahnen handeln, aus denen Becher tiefgezogen werden. Sowohl im Verdampfer 14 als auch in der Trocknungskammer 15 sind jeweils am Ein- und Auslauf hinreichend dichte Schleusen 17, 18 und 19 vorgesehen. Während des Durchlaufens des Bahnmaterials 16 durch den Verdampfer 14, der hier zugleich die Sterilisationskammer ist, kann sich Kondensat auf dem ausreichend kalten Bahnmaterial 16 abscheiden. In der nachfolgenden Trocknungskammer 15 lässt sich das Kondensat durch eine Vakuumpumpe 27 nach Öffnen eines Ventils 28 wieder abziehen. Eine Temperatur von 80 bis 120 ° C im Verdampfer 14, der zugleich die Sterilisationskammer ist, schadet dem Bahnmaterial 16 nicht, da die Durchlaufzeit lediglich nur etwa zwei bis drei Sekunden beträgt. Der Druck des Dampfgemisches liegt entsprechend der Dampfdruckkurve im Bereich von etwa 300 bis 1200 mb. Der Druck in der nachfolgenden Trocknungskammer 15 sollte dann, abhängig von der verwendeten Wasserstoffperoxid-Konzentration und der Temperatur im Verdampfer, etwa bei 0,5 bis 5 mb liegen.

Die Trocknungskammer 15 kann mit einer Zuleitung 29 unter Zwischenschaltung eines Ventils 30 für steriles Spülgas verbunden sein.

Die wässrige Lösung aus Wasser und Wasserstoffperoxid mit der gewünschten Konzentration wird dem Verdampfer 14 aus einem Vorratstank 25 mittels einer Pumpe 26 über eine Zuleitung 20 und ein Ventil 21 unter Druck zugeführt. Abgeschiedenes Kondensat aus dem Verdampfer 14 kann über eine Ableitung 22 und ein Ventil 23 in einen Kondensator 24 abgeschieden werden, von wo es wieder in den Vorratstank 25 gelangt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Sterilisieren von Gegenständen an deren Oberflächen, welche durch Kondensieren eines Wasserdampf und Wasserstoffperoxiddampf enthaltenden Dampfgemisches benetzt werden, wobei das Kondensat anschließend von den Oberflächen durch Trocknen entfernt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Benetzen durch Kondensieren des Dampfgemisches ohne zusätzlichen Transportgasstrom und das Trocknen durch Evakuieren auf einen Druck unterhalb der Siedepunkte von Wasser und Wasserstoffperoxid durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dampfgemisch in einem Verdampfer erzeugt wird, der zugleich als Sterilisationskammer dient, durch welche die zu benetzenden Gegenstände hindurchgeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dampfgemisch in einem Verdampfer erzeugt wird und anschließend zum Benetzen der Gegenstände in eine gesonderte Sterilisationskammer geleitet wird, deren Kammerdruck unter dem Dampfdruck des Dampfgemisches liegt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Dampfgemisch durch im Wesentlichen adiabatische Expansion aus dem Verdampfer in die Sterilisationskammer strömt.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Dampfgemisch auf Grund kontinuierlicher Übersättigung aus dem Verdampfer in die Sterilisationskammer strömt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Benetzen durch Kondensation sowie das anschließende Trocknen des Kondensats wenigstens einmal wiederholt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Benetzen durch Kondensation wenigstens einmal, ohne zwischenzeitliches Trocknen des Kondensats, wiederholt wird.

Fig. 1

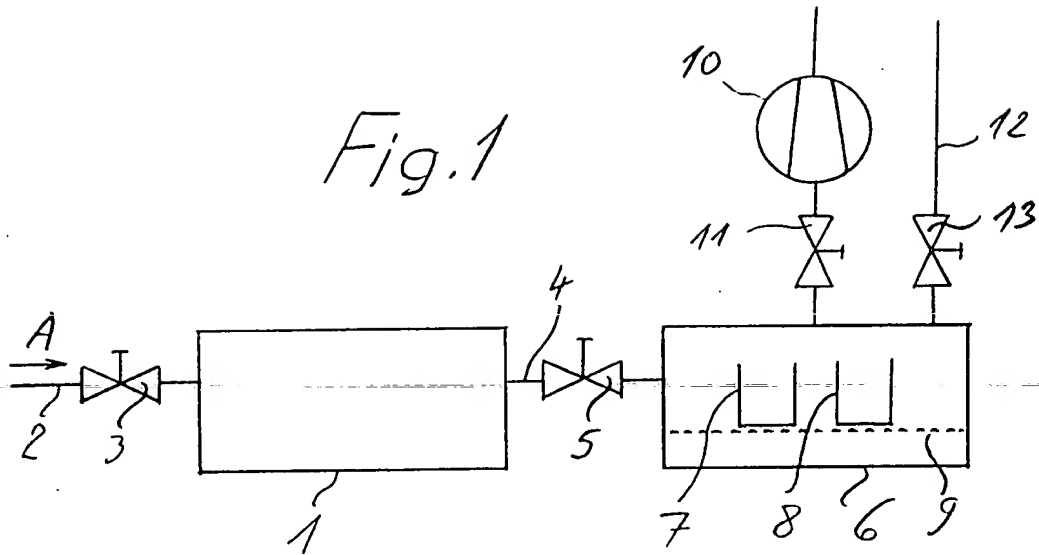


Fig. 2

